

## PARAMETER STATISTIK UKURAN BUTIRAN PADA SEDIMEN BERPASIR DI MUARA KUALA GIGIENG, KABUPATEN ACEH BESAR

### *GRAIN-SIZE STATISTICAL PARAMETERS OF SANDY SEDIMENT IN KUALA GIGIENG, ACEH BESAR DISTRICT*

Syahrul Purnawan<sup>1\*</sup>, Haekal A. Haridhi<sup>1</sup>, Ichsan Setiawan<sup>1</sup>, dan Marwantim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, FKP, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

\*E-mail: syahrulpurnawan@yahoo.com

#### ABSTRACT

*Study of sediment distribution at Kuala Gigieng was to assess the information of sediment related to the occurrence of hydro-oceanographic processes. The sediment samples were collected from nine stations using coring method. Granulometric method was used to analyze the grain size distributions. The results showed different sediment distribution patterns in each area at estuary Kuala Gigieng. The outer area of estuary indicated skewed to coarse grains, while at the inner area of estuary indicated skewed to fine grains. Different sediment load transport process was suggested as the cause of differentiated sediment characters.*

**Keywords:** *granulometry, grain size, sediment statistic, Kuala Gigieng*

#### ABSTRAK

Kajian sebaran sedimen pada muara Kuala Gigieng ditujukan untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi sedimen yang dapat dikaitkan dengan proses hidrooseanografi yang terjadi. Pengambilan sampel sedimen dilakukan di sembilan stasiun menggunakan metode coring. Analisis ukuran butir (granulometri) dilakukan menggunakan metode pengayakan bertingkat. Hasil yang diperoleh menunjukkan pola sebaran sedimen yang berbeda pada tiap kawasan di muara Kuala Gigieng. Kawasan luar muara menunjukkan kecondongan pada butiran kasar sedangkan kawasan dalam muara menunjukkan kecondongan pada butiran halus. Proses pengangkutan sedimen yang berbeda diduga menjadi penyebab ditemukannya perbedaan karakter sebaran sedimen.

**Kata kunci:** granulometri, ukuran butir, statistik sedimen, Kuala Gigieng

## I. PENDAHULUAN

Klasifikasi sedimen telah banyak membantu para geologis untuk mendapatkan informasi proses yang terjadi pada suatu perairan di masa lampau (Tucker, 2001; Webster *et al.*, 2003). Suatu sampel sedimen dapat menggambarkan asal-usul, proses pelapukan, erosi atau abrasi, serta proses transpor dan pengendapan material sedimen (Friedman and Sanders, 1978; Jafarzadeh dan Hosseini-Barzi, 2008; D'Haen *et al.*, 2012; Pereira *et al.*, 2013; Saniah *et al.*, 2014; Armstrong-altrin *et al.*, 2014). Secara umum diyakini bahwa distribusi ukuran butiran sedimen terkait pada dua faktor utama yaitu: ketersediaan sumber sedimen menuju ke lingkungan

pengendapan; dan kondisi hidrodinamis selama transpor dan deposisi sedimen (Mason and Folk, 1958; Friedman, 1961; Folk dan Robbles, 1964; Taira and Schol-le, 1979; Loyarte, 2003; Weltje dan von Eynatten, 2004; Gasiorowski, 2008; Wachecka-Kotkowska dan Kotkowski, 2011; Neopane dan Surendra, 2013; Sivasamandy dan Ramesh, 2014). Distribusi dan ketidakseragaman ukuran butiran sedimen dapat dijadikan indikator perilaku pada aliran sedimen di suatu wilayah perairan (Inman, 1952; Kamaruzzaman *et al.*, 2002; Abdulkarim *et al.*, 2011; Junaidi dan Wigati, 2011; Nugroho dan Basit, 2014).

Kuala Gigieng terletak di Kecamatan Baitussalam, Kabupaten Aceh Besar. Muara di Kuala Gigieng merupakan alur pelayaran

nelayan tradisional keluar masuk antara laut dan pangkalan kapal. Permasalahannya adalah kedalaman muara Kuala Gigieng dangkal sehingga mengganggu kelancaran lalu lintas kapal nelayan. Penelitian mengenai kondisi sedimen di daerah ini sudah pernah dilakukan oleh Purnawan *et al.* (2012) yang mengkaji hubungan arus terhadap distribusi ukuran butir rata-rata (*mean grain size*). Namun, penelitian tersebut masih terbatas pada ukuran butir rata-rata. Studi ini mengembangkan kajian tersebut berdasarkan aspek parameter statistik distribusi ukuran butir untuk menilai perilaku sebaran sedimen yang dihasilkan oleh variasi kondisi perairan.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi dan Waktu Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan di perairan Kuala Gigieng, Kecamatan Baitussalam, Kabupaten Aceh Besar. Pengumpulan sampel sedimen dilakukan 17 Mei 2011 di sembilan stasiun (Gambar 1). Penentuan stasiun berdasarkan kondisi hidrografis yang dibagi

menjadi tiga kawasan yaitu pada kawasan luar muara/KLM (st.1, st.2, st.3), kawasan tengah muara/KTM (st.4, st.5, st.6) dan kawasan dalam muara/KDM (st.7, st.8, st.9).

### 2.2. Distribusi Frekuensi Ukuran Butiran Sedimen

Sampel sedimen diambil secara coring menggunakan pipa paralon PVC diameter 3,5 inchi dengan ketebalan lapisan sampel 15 cm sesuai dengan standar American Society for Testing and Materials D4823-95 (ASTM, 2008). Sampel sedimen pada setiap stasiun diaduk merata dan dikeringkan selama enam hari. Sebanyak 200 gram sampel dari masing-masing stasiun digunakan untuk analisis fraksi sedimen menggunakan metode ayak basah. Saringan bertingkat (*sieve analyses*) yang digunakan adalah saringan dengan ukuran 4,75 mm, 1,70 mm, 850  $\mu$ m, 250  $\mu$ m, 150  $\mu$ m dan ditadah menggunakan media penampung. Sedimen yang tertinggal pada setiap saringan dikeringkan kembali untuk dihitung berat sampel pada tiap fraksi. Hasilnya kemudian dijadikan persentase berat sampel perfraksi Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Penamaan atau klasifikasi



Gambar 1. Peta Kuala Gigieng yang menunjukkan lokasi penelitian dan titik sampling (Purnawan *et al.*, 2012).

jenis sampel sedimen mengikuti diagram segitiga yang dirumuskan oleh Folk (1974).

Analisis statistik digunakan untuk memaparkan distribusi frekuensi ukuran butir. Adapun parameter statistik ukuran butiran sedimen terdiri dari ukuran butiran rata-rata (*mean grain size*), sortasi atau standar deviasi (*sorting*), kemencengan atau kecondongan (*skewness*), serta derajat kepuncakan atau keruncingan (*kurtosis*). Metode momen (*moment method*) digunakan dalam analisis distribusi frekuensi, yang mengambil median dari *mesh size* ayakan dari tiap fraksi sedimen, sehingga menghasilkan nilai *mean* ( $\bar{x}_a$ ), *sorting* ( $\sigma_a$ ), *skewness* ( $Sk_a$ ), dan *kurtosis* ( $K_a$ ) mengikuti persamaan (Friedman, 1961):

$$\bar{x}_a = \frac{\sum f m_m}{100} \dots\dots\dots (1)$$

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^2}{100}} \dots\dots\dots (2)$$

$$Sk_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^3}{100 \sigma_a^3} \dots\dots\dots (3)$$

$$K_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^4}{100 \sigma_a^4} \dots\dots\dots (4)$$

dimana,  $f$  adalah frekuensi berat (%) pada setiap fraksi,  $m_m$  adalah nilai tengah dari setiap kelas (fraksi). Kriteria dari nilai yang dihasilkan pada setiap parameter merujuk pada Dyer (1986).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Analisis Granulometri

Karakteristik sedimentologi di estuari sangat tergantung dari kombinasi energi fisik dari masukan air tawar, arus pasang surut dan gelombang (Dyer, 1986). Hasil analisis granulometri menggunakan ayak basah (Tabel 1) menunjukkan informasi butiran sedimen umumnya didominasi pada fraksi pasir sedang (*medium sand*) yang berukuran 0,25-0,85 mm, kecuali pada stasiun 7 yang didominasi oleh pasir halus. Kandungan lumpur (<0,15 mm) ditemukan pada seluruh stasiun, namun dengan jumlah yang sedikit. Sementara kandungan kerikil (1,70 - 4,75 mm) dapat ditemukan pada Stasiun 6, 7, dan 8 dalam persentase yang kecil. Seluruh sampel yang diperoleh berjenis pasir.

Tabel 1. Distribusi berat sampel sedimen di Kuala Gigieng.

Stasiun	Persentase Berat Sedimen Berdasarkan Ukuran Fraksi					Tipe
	1,70 - 4,75 ( $m_m=3.225$ )	0,85 -1,70 ( $m_m=1.275$ )	0,25 - 0,85 ( $m_m=0.55$ )	0.15 - 0,25 ( $m_m=0.2$ )	< 0,15 ( $m_m=0.1125$ )	
1	0	0.26	81.15	18.32	0.26	Pasir
2	0	0.05	84.04	12.93	2.98	Pasir
3	0	0.01	70.35	27.13	2.51	Pasir
4	0	1.52	74.24	21.72	2.53	Pasir
5	0	2.44	86.83	8.29	2.44	Pasir
6	1.52	3.03	86.87	8.08	0.51	Pasir
7	0.05	1.51	37.67	53.74	7.03	Pasir
8	0.05	4	63.47	26.49	6	Pasir
9	0.5	5.03	64.82	27.14	2.51	Pasir

### 3.2. Analisis Statistik Butiran Sedimen

Analisis statistik ukuran partikel secara umum disifatkan oleh empat parameter, yaitu *mean*, *sorting*, *skewness*, dan *kurtosis*. Nilai rata-rata (*mean*) dapat dikatakan sebagai rerata aritmatika dari berbagai ukuran butiran pada sampel sedimen. Nilai *sorting* (standar deviasi) atau lebar dari distribusi menunjukkan besarnya sebaran ukuran partikel dari nilai rata-rata sampel sedimen. Nilai *skewness* mengukur tingkat asimetris dari distribusi data. Sementara nilai *kurtosis* menunjukkan tingkat kepuncakan atau kedataran kurva distribusi berbanding terhadap distribusi normal (Dyer, 1986). Hasil pengukuran nilai statistik dari ukuran butiran sedimen dapat dilihat pada Tabel 2.

Ukuran butiran rata-rata adalah sebuah indeks pengukuran ukuran butiran berdasarkan persentase berat fraksi pada tiap sampel. Hasil yang diperoleh kemudian dapat dikatakan sebagai ukuran butiran yang mewakili sampel. Ukuran butiran dapat mengindikasikan besarnya energi yang berasal dari aliran air atau angin yang bekerja di daerah tersebut (Folk and Ward, 1957; Friedman, 1967). Dalam penelitian ini ditemukan ukuran butiran rata-rata terbesar cenderung berada pada KTM, tepatnya pada stasiun 4, 5, dan 6. Melihat posisi ketiga stasiun tersebut merupakan kanal yang lebih sempit dibandingkan KLM (stasiun 1, 2, 3) atau KDM (stasiun 7, 8, 9). Merujuk pada konsep hidrodinamika, arus akan mengalir lebih cepat saat memasuki kanal yang lebih sempit (Ingmanson dan William, 1985; Dyer, 1986). Penjelasan ini kemudian mengoreksi hasil yang diperoleh oleh Purnawan *et al.* (2012) yang mendapatkan rerata arus tertinggi berada pada KLM. Diduga terdapat bias, dimana arus yang terukur diperoleh pada saat periode pengumpulan data saja. Sementara hasil studi ini menegaskan variasi kondisi yang terjadi pada muara Kuala Gigieng dalam interval waktu yang cukup lama.

Stasiun 6 dikategorikan sebagai *well sorted* sementara stasiun lainnya berada pada kondisi *very well sorted*. Tidak ada perbedaan

signifikan untuk nilai *sorting* pada seluruh lokasi pengamatan, meskipun terdapat kecenderungan rerata nilai *sorting* ( $\sigma_a$ ) pada KDM lebih tinggi dibandingkan KTM dan KLM. Nilai  $\sigma_a$  yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa proses sortasi yang kurang baik, dimana KDM memiliki sebaran ukuran yang lebih beragam dibandingkan kawasan lainnya. Nilai *skewness* pada KLM menunjukkan hasil negatif (*negatively skewed*) yang digolongkan *strongly coarse skewed*, dimana sebaran sedimen pada KLM memiliki kecondongan pada butiran yang lebih kasar. Sebaliknya KDM memiliki kecondongan sangat positif (*strongly fine skewed*). Hasil ekstraksi nilai *kurtosis* menunjukkan seluruh stasiun berada dalam kondisi *very leptokurtic*. Hasil ini mengindikasikan bahwa distribusi frekuensi ukuran butiran sedimen sangat terkonsentrasi di sekitar nilai rata-rata, dimana nilai kurtosis yang sangat tinggi dihasilkan dari pola sebaran yang didominasi oleh fraksi pasir sedang dan pasir halus. lebih lanjut Boggs (2009) juga menjelaskan, derajat kepuncakan yang tinggi paralel dengan kondisi sortasi yang teramat, dimana seluruh stasiun tersortasi dengan cukup baik.

Menarik untuk menilai apa yang terjadi pada kawasan penelitian ini. Perbedaan nilai *skewness* dan *sorting* mengindikasikan proses hidrodinamika yang terjadi pada tiap kawasan muara cenderung berbeda-beda. Nilai *skewness* yang lebih tinggi sejalan dengan terdapatnya fraksi pasir halus lebih tinggi pada KDM dibandingkan kawasan lainnya. Kandungan pasir halus yang tinggi pada KDM dapat berasal dari proses transpor sedimen yang terbawa dari aliran sungai (*suspension load*). Sebaliknya, nilai *skewness* negatif pada KLM yang lebih dekat dengan laut menjelaskan proses hidrooseanografi yang terjadi seperti arus menyusur pantai, gelombang dan pasut, menjadikan proses transpor sedimen terjadi dengan mekanisme *bedload* (Nugroho dan Basit, 2014). *Skewness* yang bernilai negatif berkorelasi terhadap intensitas dan durasi dari *depositional agent* berkekuatan besar yang mengangkut

Tabel 2. Parameter statistik ukuran butiran sedimen.

Stasiun	<i>Mean</i>	<i>Sorting</i>	<i>skewness</i>	<i>Kurtosis</i>
1	0.4866	0.1424	-1.0263	5.5973
2	0.4921	0.1358	-1.7748	5.1609
3	0.4441	0.1640	-0.9009	1.9418
4	0.4740	0.1834	0.4010	7.0093
5	0.5280	0.1648	1.2293	12.5800
6	0.5822	0.3668	5.7874	41.4633
7	0.3434	0.2194	2.3710	20.2673
8	0.4614	0.2463	1.6893	13.2668
9	0.4939	0.3116	3.8878	31.7518

butiran halus keluar dari daerah tersebut (Martins, 1965; Friedman, 1961, Duane, 1964). Merujuk pada nilai *sorting* yang sedikit lebih tinggi pada KDM, diduga terjadi variasi energi secara berkala. Selain proses *suspension load* yang dominan, kawasan ini diduga mengalami proses *bedload* pada periode tertentu, salah satunya pada saat terjadi pasang (*tide*) yang turut membawa masuk sedimen berukuran kasar dari arah pantai. Hal ini sejalan dengan Venkatraman *et al.* (2011) yang menjelaskan bahwa fluktuasi energi pada daerah estuari dapat memberikan variasi pada ukuran butiran sedimen.

#### IV. KESIMPULAN

Seluruh sampel sedimen yang terdapat pada lokasi penelitian berjenis pasir yang didominasi oleh pasir medium. Hasil ekstraksi parameter statistik ukuran butiran berupa *mean*, *sorting*, *skewness*, dan *kurtosis* mengungkapkan sejumlah proses hidrooseanografi yang diduga memberikan variasi distribusi ukuran butiran sedimen pada muara Kuala Gigieng. Ukuran butiran rata-rata tertinggi ditemukan pada KTM. Seluruh titik pengamatan menunjukkan pola sebaran *very leptokurtic*, sejalan dengan kondisi sortasi yang cukup baik, dimana KLM menunjukkan proses sortasi yang lebih baik berbanding KTM dan KDM. Sampel sedimen pada KLM

menunjukkan kecondongan pada butir-an kasar, sementara KDM menunjukkan sebaliknya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkarim R., E.A. Akinigbagbe, D.O. Imo, M.I. Titocan, M.P. Ibitola, B.R. Faleye, O.O. Shonde, O.R. Jimoh, and O.B. Abe. 2011. Sedimentological variation in beach sediments along the barrier lagoon coastal system, Lagos, South West Nigeria. *Nature and Science*, 9(9):19-26.
- Armstrong-Altrin J.S., N. Ramasamy, I.L. Yong, J.K. Juan, and P.C. Leslie. 2014. Geochemistry of sands along the San Nicolás and San Carlos beaches, Gulf of California, Mexico: implications for provenance and tectonic setting. *Turkish J. of Earth Science*, 23:533-558.
- ASTM. 2008. D4823-95 Standard Guide for Core Sampling Submerged, Unconsolidated Sediments. ASTM International. West Conshohocken. 14p.
- Boggs, S. Jr. 2009. Petrology of sedimentary rocks. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge University Press. Cambridge. 600p.
- D'Haen, K., G. Verstraeten, and P. Degryse. 2012. Fingerprinting historical fluvial sediment fluxes. *Progress in Physical Geography*, 36(2):154-186.

- Duane, D. 1964. Significance of skewness in recent sediment, Western Pamlico Sound, North Carolina. *J. of Sedimentary Petrology*, 34(4):864-874.
- Dyer, K.R. 1986. Coastal and estuarine sediment dynamics. John Wiley dan Sons Ltd. New York. 342p.
- Folk, R.L. and R. Robles. 1964. Carbonate sands of Isla Perez, Alacran Reef Complex, Yucatan. *J. of Geology*, 72: 255-292.
- Folk R.L. and W.C. Ward. 1957. Brazos river bar, a study in the significance of grain-size parameters. *J. of Sedimentary Petrology*, 27:3-26.
- Folk, R.L. 1974. The petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Co. Texas. 182p.
- Friedman, G.M. 1961. Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics. *J. of Sedimentary Petrology*, 31(2):514-529.
- Friedman, G.M. 1967. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distributions of beach and riversands. *J. of Sedimentary Petrology*, 37:327-354.
- Friedman, G.M. and J.E. Sanders. 1978. Principles of sedimentology. John Wiley dan Sons. New York. 792p.
- Gasiorowski, M. 2008. Deposition rate of lake sediments under different alternative stable states. *Geochronometria*, 32:29-35.
- Ingmanson D.E. and J.W. William. 1985. Oceanography: an introduction. 3<sup>rd</sup> ed. Wadsworth Publishing Company. California. 512p.
- Inman D.L. 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *J. of Sedimentary Petrology*, 22:125-145.
- Jafarzadeh, M. and M. Hosseini-Barzi. 2008. Petrography and geochemistry of Ahwaz sandstone member of Asmari formation, Zagros, Iran: implications on provenance and tectonic setting. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 25(2):247-260.
- Junaidi dan R. Wigati. 2011. Analisis parameter statistik butiran sedimen dasar pada sungai alamiah (studi kasus Sungai Krasak Yogyakarta). *Wahana Teknik Sipil*, 16(2):46-57.
- Kamaruzzaman, B.Y., N.A.M. Shazili, and M.H. Lokman. 2002. Particle size distribution in the bottom sediments of the Kemaman River estuarine system, Terengganu, Malaysia. *Pertanika J. of Tropical Agricultural Science*, 25(2):149-155.
- Loyarte, M.M.G. 2003. Relationship among grain-size, plant communities, and fluvial and eolian processes in a piedmont of the central Andes in Argentina. *Ecología Austral*, 13:27-48.
- Martins, R.L. 1965. Significance of skewness and kurtosis in enviromental interpretation. *J. of Sedimentary Petrology*, 35(3):768-770.
- Mason, C.C. and R.L. Folk. 1958. Differentiation of beach, dune and aeolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. *J. of Sedimentary Petrology*, 28:211-226.
- Neopane, H.P. and S. Surendra. 2013. Particle size distribution and mineral analysis of sediments in Nepalese hydropower plant: a case study of Jhimruk hydropower plant. *Kathmandu University J. of Science, Engineering and Technology*, 9(1):29-36.
- Nugroho, S.H. dan A. Basit. 2014. Sebaran sedimen berdasarkan analisis ukuran butir di Teluk Weda, Maluku Utara. *J. Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1):229-240.
- Pereira, N.S., V.A.V. Manso, R.J.A. Macedo, J.M.A. Dias, and A.M.C. Silva. 2013. Detrital carbonate sedimentation of the Rocas Atoll, South Atlantic. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 85(1):57-72.

- Poerbandono dan E. Djunarsjah. 2005. Survei hidrografi. Refika Aditama. Bandung. 166hlm.
- Purnawan, S., I. Setiawan, dan Marwantim. 2012. Studi sebaran sedimen berdasarkan ukuran butir di perairan Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Depik*, 1(1):31-36.
- Saniah, S. Purnawan, dan S. Karina. 2014. Karakteristik dan kandungan mineral pasir pantai Lhok Mee, Beureunut dan Leungah, Kabupaten Aceh Besar. *Depik*, 3(3):263-270.
- Sivasamandy R. dan R. Ramesh. 2014. Granulometric studies of the sediments from Kolakkudi Lake, Musiri Taulk, Trichirapalli District, Tamilnadu, India. *International Research J. of Earth Sciences*, 2(11):1-10.
- Taira, A. and P.A. Scholle. 1979. Discrimination of depositional environments using settling tube data. *J. of Sedimentary Petrology*, 49:787-800.
- Tucker, M.E. 2001. Sedimentary petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks, 3<sup>rd</sup> ed. Wiley-Blackwell. Oxford. 272p.
- Venkatramanan S., T. Ramkumar, I. Anithamary, and G. Ramesh. 2011. Variations in texture of beach sediments in the vicinity of the Tirumalairajanar river mouth of India. *International J. of Sediment Research*, 26(4):460-470.
- Wachecka-Kotkowska, L. and P. Kotkowski. 2011. Grain-size distribution analysis of quaternary sediments from the southern part of the Lodz region in Poland: a computational methods approach. *Geologos*, 17(4):205-219.
- Webster, I.T., P.W. Ford, B. Robson, N. Margvelashvili, and J.S. Parslow. 2003. Conceptual models of the hydrodynamics, fine-sediment dynamics, biogeochemistry, and primary production in the Fitzroy Estuary. Final report to CRC coastal zone, estuary, and waterway management for project CM-2. 43p.
- Weltje, G.J. and H. von Eynatten. 2004. Quantitative provenance analysis of sediments: review and outlook. *Sedimentary Geology*, 171:1-11.
- Diterima* : 11 Maret 2015  
*Direview* : 20 April 2015  
*Disetujui* : 3 Juni 2015

